

# Opciones del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 para diversificar la acuicultura marina

J. P. Cañavate

IFAPA (Instituto de Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) El Toruño. Junta de Andalucía. Carretera nacional IV, km 654. E-11500 El Puerto de Santa María (Cádiz), España. Correo electrónico: josep.canavate@juntadeandalucia.es

Recibido en octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

## RESUMEN

Se analizan las posibilidades que el lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 presenta para diversificar la acuicultura marina. Se trata de una revisión en la que se describe la evolución del cultivo de esta especie como paso previo para comprender su situación actual. A continuación, se valoran los avances más recientes, observándose cómo la zootecnia de la reproducción en cautividad va progresando en respuesta al esfuerzo investigador invertido, aunque todavía son numerosas las carencias de su conocimiento científico de base. El engorde de lenguados ha producido en varios casos resultados satisfactorios, sin embargo, su avance se ve limitado por una excesiva incidencia de patologías oportunistas, la mayoría de las cuales son consecuencia de condiciones de procedimiento que no favorecen el bienestar fisiológico suficiente para hacerles frente.

**Palabras clave:** Peces planos, diversificación, cultivo, reproducción, engorde, patología.

## ABSTRACT

*Potential of the Senegal sole Solea senegalensis Kaup, 1858 for marine aquaculture diversification*

*The potential of Senegal sole Solea senegalensis Kaup, 1858 for marine aquaculture diversification is analysed. An initial historic review attempts to explain the current situation of this sole species's aquaculture. Recent advances are then assessed, highlighting progress in captive reproduction techniques, even though a great deal of scientific knowledge is still lacking. Ongrowing of sole has been successfully conducted in several instances, but progress is limited by the excessive occurrence of opportunistic diseases. These may be, at present, a consequence of suboptimal husbandry conditions which make sole unable to achieve a sufficiently adequate physiological status to generate proper resistance.*

**Keywords:** Flatfish, diversification, culture, reproduction, ongrowing, pathology.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Con una historia relativamente reciente, el cultivo de peces marinos se ha caracterizado por demandar tempranamente una diversificación de especies susceptibles de ser producidas industrialmente. Fruto de esta precocidad, se emprendieron de forma generalizada numero-

sas actuaciones dirigidas a conocer las posibilidades de cultivo de un notablemente elevado número de peces. Durante los últimos tres lustros, son más de treinta las especies de peces que han sido objetivo de estudio en el área mediterránea (Divanach, 2003). Sin embargo, este esfuerzo se ha visto poco reflejado en la producción acuícola, que continúa monopolizada por

las especies inicialmente desarrolladas, es decir: dorada *Sparus aurata* L., 1758 y lubina *Dicentrarchus labrax* (L., 1758). Sin entrar en detalles a este respecto, las razones para este desfase se podrían resumir en la dificultad tecnológica y la inadecuada posición de mercado de las numerosas especies exploradas. En este sentido, el lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 se puede considerar, de momento, como una especie con una complejidad tecnológica media, pero con un buen potencial de mercado. Cabe preguntarse, entonces, por qué la acuicultura del lenguado senegalés no se ha desarrollado en un nivel superior al que sería esperable en la actualidad, atendiendo al tiempo transcurrido desde que se iniciaron estudios relacionados con la acuicultura de esta especie. En esta revisión se realiza un análisis sobre la evolución de la acuicultura del lenguado, y los logros hasta el presente, tratando, además, de identificar actuaciones pasadas que expliquen la situación presente.

En principio, resultaría interesante comentar una particularidad relativa a la situación actual de la tecnología de cultivo del lenguado senegalés. A diferencia de muchas especies de elevado interés comercial, en las que la dificultad para controlar en cautividad alguna de las etapas de su ciclo biológico condiciona su cultivo –es el caso de atún *Thunnus thynnus* (L., 1758), mero *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), pulpo *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 o seriola *Seriola dumerili* (Risso, 1810)–, en el lenguado senegalés existe, hoy por hoy, un conocimiento zootécnico que permite desarrollar su ciclo biológico completo en cautividad y producir individuos de tamaño comercial en condiciones de producción intensiva. Sin embargo, este conocimiento, en su conjunto, se encuentra muy repartido entre las diferentes instalaciones (bien de investigación, bien de producción), existiendo, además, una baja replicabilidad de las condiciones de procedimiento y resultados entre aquéllas. Por otro lado, sobrevienen excesivos e imprevistos fenómenos de patología de carácter oportunista que son consecuencia, en buena parte, del escaso conocimiento científico adquirido acerca de las necesidades fisiológicas de esta especie.

El lenguado senegalés no se puede considerar como una especie nueva en el ámbito de la acuicultura ibérica, dado que desde finales de la

pasada década de los setenta ha sido objetivo de interés acuícola. Sí se puede considerar, en cambio, como una especie a la que se ha dedicado un escaso esfuerzo investigador durante gran parte de este tiempo. Una breve revisión histórica sobre la evolución de los trabajos de investigación relacionados con la acuicultura del lenguado senegalés permite apreciar cómo solo recientemente se están abordando evaluaciones con una intensidad y nivel de detalle suficientemente adecuados para concebir unos resultados que puedan ser aplicados de manera fiable para el desarrollo acuícola de esta especie. Por otro lado, el grado de complejidad técnica para el cultivo del lenguado, al menos en algunas facetas, como el control de la reproducción en cautividad o la incidencia de enfermedades, aparece, a priori, como superior al de otras especies cuya acuicultura está ampliamente implantada. No obstante, retomando el primer concepto y siendo realistas, se debe reconocer que el grado de investigación de estas facetas específicas es todavía prematuro.

Otro aspecto importante ya apuntado en este preámbulo es la buena expectativa comercial que existe para el lenguado. Este hecho ha estimulado a varias empresas para llevar a cabo cultivos de engorde, dada la relativa disponibilidad de alevines existente recientemente en el mercado nacional. Esta circunstancia ha producido un amplio abanico de resultados, negativos o positivos, consecuencia de la significativa diversidad de condiciones zootécnicas existentes en las instalaciones repartidas por el litoral español. Es preciso, por tanto, obviar los casos particulares y tratar de analizar el proceso completo desde una perspectiva global e integradora. Se trata, pues, de establecer aquellas condiciones que permitan acceder a una actividad acuícola con el lenguado, sujeta a una replicabilidad y nivel de riesgo similares a los existentes para las especies que en la actualidad configuran el mercado de la acuicultura marina.

## EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE *S. senegalensis*

Los primeros estudios relacionados con la acuicultura del lenguado senegalés fueron realizados por Rodríguez (1984) en el litoral gadita-

no y Dinis (1986) en estuarios portugueses. Desde entonces, ha transcurrido un dilatado periodo de tiempo en el que debería haberse avanzado lo suficiente como para conocer mejor los mecanismos reguladores de la acuicultura de esta especie. Sin embargo, aquellos trabajos pioneros no tuvieron una continuidad significativa durante los años siguientes, consecuencia del escaso interés mostrado por el sector investigador, y desde el sector productor, por aquellas fechas. Entre las razones que podrían ser esgrimidas para justificar este escaso interés, cabría destacar la prioridad que por entonces se prestaba a las tres especies –dorada, lubina y rodaballo *Scophthalmus maximus* (L., 1758)– que estaban llamadas a configurar el panorama inicial de la piscicultura marina en España. Es probable, también, que los resultados adversos obtenidos desde los primeros años setenta en Europa central con una especie similar, *Solea solea* (L., 1758) (Howell, 1997), desanimaran en buena parte la investigación con *S. senegalensis*.

El rápido crecimiento que las producciones de dorada y lubina habían alcanzado a mediados de los noventa, y la saturación del mercado para estas especies, desencadenó una frenética y dispersa búsqueda de nuevas especies para la acuicultura, entre las que el lenguado senegalés era una más. El mayor o menor esfuerzo investigador dedicado por la comunidad científica global quedaba, por tanto, muy repartido entre semejante número de especies. Una de las características en esta exploración de nuevas especies fue la notable focalización geográfica que se produjo en la elección de las mismas. En este sentido, el lenguado senegalés solamente fue considerado en el área suratlántica peninsular, en cuyas marismas había sido tradicionalmente cultivado según el método extensivo (Drake, Arias y Rodríguez, 1984).

Ante la hipotética idoneidad y especificidad del lenguado senegalés para su cultivo en un área geográfica con abundancia de estanques de tierra en zona intermareal, algunas empresas y centros de investigación ubicados en la zona llevaron a cabo estudios desde los primeros años noventa, que se centraron principalmente en la reproducción en cautividad y fueron de carácter marcadamente zootécnico, al no existir una base científica sólida sobre la que actuar. Buena parte de los

intentos fracasaron y, durante años, los reproductores mantenidos en cautividad no produjeron huevos en diversas instalaciones. No obstante, Dinis *et al.* (1999) describen la obtención de fecundidad significativa y estable durante un periodo de cuatro años consecutivos, en los que observaron cierta pérdida de viabilidad en las puestas con el transcurso del tiempo. Por otro lado, y marcando una gran diferencia en relación a lo ocurrido en otros centros dedicados al estudio de la reproducción en cautividad del lenguado, los ejemplares mantenidos en las instalaciones del IFAPA El Toruño (Junta de Andalucía), se reproducen naturalmente, de forma abundante y continuada, y durante amplios periodos de tiempo desde el año 1991. Durante todo este tiempo, la cantidad de huevos fertilizados obtenidos ha permitido distribuir un número significativo de larvas entre el sector productor y centros de investigación. Como resultado de ello, las técnicas para la producción industrial de alevines en criadero se han desarrollado en varias empresas. Por otro lado, han sido también publicados diversos trabajos de investigación sobre el desarrollo y el cultivo larvario de la especie (Dinis *et al.*, 1999; Cañavate y Fernández-Díaz, 1999; Fernández-Díaz *et al.*, 2001).

El inicio del Plan Nacional para el cultivo del lenguado, promovido por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (Jacumar) a comienzos de 2002, marca un nítido punto de inflexión en la apuesta por el cultivo de esta especie. A partir de ese momento, el interés por el cultivo del lenguado senegalés trasciende en España fuera de Andalucía, incorporándose a la investigación centros de Cantabria, Cataluña, Galicia y Murcia. La inversión dedicada a la investigación para el cultivo del lenguado ha crecido desde ese momento, existiendo en la actualidad un número importante de proyectos de diversa índole, cuyos resultados deberán esclarecer pronto las verdaderas opciones para la acuicultura del lenguado senegalés.

## SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE *S. senegalensis*

En estos momentos no es posible afirmar que el lenguado senegalés sea una especie consoli-

dada a nivel de producción industrial. Sin embargo, no existe un claro factor limitativo para la producción, ya que los diversos procesos productivos implicados en la reproducción en cautividad, la obtención de alevines y el engorde de juveniles, han sido llevados a cabo con éxito en varias instalaciones. El principal problema, como ya se ha comentado, radica en la baja replicabilidad de resultados que se detecta entre las diferentes condiciones existentes en los distintos centros dedicados a ello. Cada uno de estos tres componentes del ciclo de producción del lenguado presenta las siguientes características.

### Reproducción en cautividad

La consecución de puestas con regularidad a partir de reproductores mantenidos en cautividad ha sido, durante mucho tiempo, el principal factor limitativo para el desarrollo del cultivo de *S. senegalensis*. En este sentido, la dependencia que ha existido durante años por la producción de huevos fertilizados en un único centro a nivel estatal (IFAPA El Toruño), ha constituido una importante limitación para esta actividad. Sin embargo, los esfuerzos realizados dentro del Plan Nacional para el cultivo del lenguado han comenzado a presentar resultados alentadores. Es esperable que, en breve plazo, la consecución de reproducción en cautividad del lenguado senegalés sea un hecho asequible para una mayoría de instalaciones que sigan unas normas zootécnicas básicas, a pesar de que aun no se conozcan en detalle los procesos fisiológicos que gobiernan la maduración y puesta de esta especie en cautividad. Hay que destacar que, muy recientemente, varios centros públicos y privados de España y Portugal están obteniendo ya puestas de lenguados en cautividad.

Paralelamente al desarrollo zootécnico de la reproducción del lenguado senegalés, es previsible que, en breve, se disponga de nueva información científica fruto de los proyectos que en la actualidad se están realizando sobre control endocrino de la reproducción y genómica de esta especie. De momento, el trabajo de Rodríguez (1984) continúa siendo un referente en lo que a la biología de la reproducción se refiere.

La descripción de este autor relativa a un periodo de puesta principal de poblaciones en libertad durante primavera y otro periodo secundario en otoño, ha sido comprobada en reproductores cautivos durante sucesivos años (Anguis y Cañavate, 2005). Estos peces han venido desovando regular y naturalmente en tanques sin sustrato arenoso, y alimentados con agua natural filtrada por sílice de los caños de la bahía de Cádiz. Bajo estas condiciones, estabulados a densidades en torno a un ejemplar por metro cuadrado, y con proporciones de sexo de 1♀:1♂ a 1♀:2♂, se han registrado puestas naturales desde febrero a mayo, y desde octubre a diciembre, con una fecundidad media en torno a 28 000 huevos por puesta y kilo de ejemplar hembra (Anguis y Cañavate, 2005). En el total anual, se ha descrito hasta millón y medio de huevos por kilo de ejemplar hembra.

En relación a la influencia de los dos principales factores ambientales que regulan la reproducción en peces, no se dispone, por el momento, de un conocimiento preciso que pueda asignar algún papel al fotoperiodo, mientras que algunas informaciones van siendo contrastadas en lo relativo a la temperatura. Los dos estudios llevados a cabo, uno en El Algarve (Dinis *et al.*, 1999) y otro en la bahía de Cádiz (Anguis y Cañavate, 2005), coinciden en que el lenguado senegalés presenta un intervalo de temperatura relativamente amplio en el que realiza la puesta. Se puede considerar que la práctica totalidad de los desoves se producen entre 15 °C y 22 °C. Es importante destacar el hecho observado por Anguis y Cañavate (2005) sobre la clara correlación positiva encontrada entre las fluctuaciones diarias en la temperatura del agua y la fecundidad relativa del lenguado reproduciéndose en cautividad. Esta característica puede ser utilizada como estrategia de inducción a la puesta en instalaciones con capacidad técnica para regular cambios en la temperatura del agua, de acuerdo a las necesidades ya conocidas para el lenguado senegalés.

Cuando la temperatura se sitúa fuera del intervalo óptimo para el desove, se produce una regresión gonadal en las hembras, regresión que desaparece si la temperatura vuelve a situarse dentro de esos valores. Por el contrario, los machos presentan la capacidad de emitir semen

a lo largo de todo el año, aunque la cantidad producida es siempre reducida. Estas circunstancias inducen a pensar en un probable escaso papel del fotoperiodo como factor regulador de la maduración sexual en el lenguado senegalés, si bien esta hipótesis debe ser contrastada científicamente. Recientemente, se ha comprobado la importancia del comportamiento entre individuos dentro de un tanque comunitario de reproducción (Manchado *et al.*, en prensa). Las interacciones inter e intrasexuales determinan un importante nivel de jerarquía entre los individuos que afecta notablemente al éxito de la reproducción y al tamaño efectivo de la población reproductora.

### Obtención de alevines

El cultivo larvario y la obtención de alevines en criadero es un proceso asequible que no presenta dificultades significativas. Los estados premetamórficos del lenguado se caracterizan por presentar elevadas tasas de crecimiento y una gran resistencia a las circunstancias de cultivo. En condiciones óptimas, prácticamente la totalidad de la población larvaria es capaz de efectuar la metamorfosis hacia los 20-21 días de edad (Fernández-Díaz *et al.*, 2001). El régimen alimentario durante el cultivo larvario se basa en el uso de rotíferos y fitoplancton marino en el tanque de cría durante los 4 a 6 primeros días después de la apertura de la boca, para continuar a base de *Artemia* hasta los 40 a 60 días de edad, según el caso. La flexibilidad en las fechas de cambio de los dos tipos de alimento larvario es bastante grande, existiendo experiencias, incluso, en las que no se utiliza rotífero, pasando a alimentar las larvas directamente con *Artemia* (Aragao, 1999).

Durante varios años, el destete del lenguado con piensos secos fue un serio problema que provocaba elevadas mortalidades. La aparición de piensos incluyendo hidrolizados de harina de pescado (Day *et al.*, 1999) supuso un importante avance que permitió superar este obstáculo. En la actualidad se han desarrollado varios tipos de piensos comerciales para el destete del lenguado (Engrola *et al.*, 2004). Otra opción que se ha demostrado viable para efectuar un destete tem-

prano en el lenguado es la de coalimentar con dietas vivas e inertes desde el inicio de la alimentación exógena (Cañavate y Fernández-Díaz, 1999). Aparte del método elegido para efectuar el destete, las edades comprendidas entre 50 y 60 días desde la eclosión son las más utilizadas para iniciar la retirada de alimento vivo. Este periodo de tiempo puede, por tanto, llegar a ser casi el doble de extenso en comparación con el utilizado en dorada, lo cual, unido a la alta ingestión de presas vivas, hace que cada alevín de lenguado requiera una cantidad considerablemente superior de nauplios de *Artemia* en comparación con la dorada.

La elevada ingestión de alimento se traduce en altos crecimientos para el lenguado. En condiciones óptimas de procedimiento, la población de alevines de lenguado cultivada puede alcanzar un peso medio de 1,5 g al cabo de 90 días desde la eclosión. En muchos casos, los niveles de supervivencia registrados a esa edad superan el 80 %. A partir de una evaluación global de los resultados de producción de alevines de lenguado en diversas instalaciones, es posible concluir que una correcta alimentación y el uso de condiciones de cultivo de acuerdo a las necesidades que actualmente se asumen para larvas y alevines de lenguado senegalés, permiten conseguir unos niveles de pigmentación más que satisfactorios, y unas tasas de malformaciones esqueléticas muy bajas. Sin embargo, en determinadas condiciones nutricionales, es posible inducir mala pigmentación (Villalta, Estévez y Bransden, 2005). Una mala nutrición en combinación con inadecuadas condiciones del medio de cultivo puede ser el origen de alteraciones esqueléticas (Gavaia, Dinis y Cancela, 2002).

### Engorde del lenguado

El crecimiento de los juveniles de *S. senegalensis* durante la fase final de engorde se realizó, en principio, en estanques de tierra (Drake, Arias y Rodríguez, 1984). En estanques de 1 000 m<sup>2</sup>, y utilizando una alimentación con pienso, se ha descrito que los lenguados alcanzan un peso medio de 456 g (Dinis *et al.*, 1999). Estos resultados de crecimiento son parecidos a los obtenidos en condiciones intensivas (Olmedo *et al.*,

2003; Rodríguez y Souto, 2003), y sugieren la idoneidad de esta especie para el engorde, a diferencia del menor crecimiento citado para *S. solea* (Howell, 1997). Las cargas empleadas en los cultivos intensivos en tanques son elevadas, superando a veces el 100 % de ocupación del fondo. Los plazos para la consecución de talla comercial se sitúan ligeramente por encima del año. Los resultados iniciales de crecimiento se pueden considerar, por tanto, muy prometedores, sobre todo si se tiene en cuenta que aun no se conocen las mejores condiciones de procedimiento y que los piensos comerciales utilizados hasta la fecha no son específicos para el lenguado, ni se han realizado tareas de selección genética.

El principal factor que en la actualidad limita la producción de engorde del lenguado senegalés es la incidencia de patologías (Padrós *et al.*, 2003; Toranzo *et al.*, 2003). La práctica totalidad de las enfermedades son oportunistas y ya conocidas por afectar a otras especies cultivadas. Estos episodios patológicos son claramente estimulados ante ligeros descuidos en las condiciones higiénicas de los tanques, o cuando la temperatura supera valores de 22 °C. En relación a la temperatura, hasta el momento actual sólo se conoce que el óptimo fisiológico para esta especie se sitúa en 20 °C (García-García, Gómez y Hernández, 2004). El predominio de enfermedades de tipo oportunista puede ser, entonces, muy favorecido por unas inadecuadas condiciones de actuación. Hoy por hoy, los conocimientos sobre los requerimientos ambientales que facilitan un estado fisiológico en el lenguado lo suficientemente fuerte para hacer frente a este tipo de infecciones son insuficientes. Frecuentemente, se trabaja de forma empírica, procurando llegar a una solución que dé cabida a la necesaria operatividad del cultivo, y tenga en cuenta aspectos generales de los requerimientos biológicos de esta especie. A partir de observaciones rutinarias en las explotaciones se deduce que esta especie presenta una elevada sensibilidad a cambios bruscos en las condiciones de cultivo. Es de precisar que muchos de estos cambios, particularmente en calidad de agua, pueden no ser detectados por el operador, y encontrarse en el origen de situaciones de debilidad del lenguado, las cuales, a su vez, se exteriorizan o se

aprecian de forma tardía, dado el hábito de vida de esta especie.

El lenguado acepta una amplia gama de piensos compuestos comerciales durante el engorde, mostrando buenos crecimientos en sistemas intensivos, en los que es posible, incluso, la utilización de comederos de autodemanda (Boluda-Navarro *et al.*, 2003). Sin embargo, las diferencias en la composición bioquímica, grado de asimilación y calidad de los componentes, según fabricantes, son una fuente de variabilidad adicional que representa un factor de inestabilidad en el proceso de engorde, dado que los requerimientos nutricionales son escasamente conocidos. Esta situación incrementa, evidentemente, el riesgo de susceptibilidad frente a patógenos.

El crecimiento de poblaciones de lenguado en cautividad se caracteriza también por una elevada dispersión en el tamaño de los ejemplares, situación que obliga a realizar labores de clasificación con excesiva frecuencia. La escasez de estudios sobre programas de mejoramiento genético y de análisis poblacional del crecimiento, determina que, en la actualidad, no se disponga de información fidedigna sobre el grado de influencia en la dispersión de talla de factores genéticos y factores sociales de interacción entre individuos durante la estabulación. Asimismo, nada se sabe respecto a la posibilidad de seleccionar alevines con mayor resistencia frente a la incidencia de patologías. En cambio, los estudios más recientes sobre vacunación en el lenguado senegalés (Arijo *et al.*, 2005) sugieren que este tipo de protocolo de operación, y en general todas aquellas actuaciones de carácter preventivo, está llamado a desempeñar un papel especialmente relevante en el engorde de esta especie.

## TENDENCIAS DE ESTUDIO EN EL CULTIVO DE *S. senegalensis*

Los avances en la acuicultura del lenguado senegalés se han producido a una mayor velocidad durante el último lustro. No obstante, se necesita optimizar algunos aspectos, como el control de la reproducción en cautividad, el desarrollo de protocolos de reproducción artificial, la ampliación de la gama de piensos de destete, la

selección de individuos más resistentes, y otras cuestiones fácilmente deducibles de lo expuesto en el epígrafe anterior. Todos estos son puntos que hay que mejorar, evidentemente, pero cuya resolución no es tan fundamental para que el cultivo del lenguado progrese como lo es la necesidad de evitar el excesivo nivel de incidencia de patologías durante el engorde. Esta circunstancia es la que en la actualidad está limitando la producción comercial de lenguado, y su investigación deberá tener prioridad. Esta disciplina habrá de ser abordada, además, con una perspectiva netamente preventiva, en la que el desarrollo de vacunas, el uso de probióticos y un detallado conocimiento sobre las condiciones que favorecen el bienestar fisiológico del lenguado, sean los argumentos principales.

Por último, es destacable el elevado potencial genético disponible, de momento, con los stocks salvajes de lenguado mantenidos en diferentes puntos de la geografía nacional. Se trata de ejemplares ideales sobre los que realizar programas de selección genética que permitan conseguir ejemplares mucho más adaptados a las necesidades de la cría intensiva. La aplicación de técnicas de genómica y proteómica deberá prestar una contribución esencial en el conocimiento de los aspectos biológicos más importantes en relación con la acuicultura del lenguado senegalés.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anguis, M. V. y J. P. Cañavate. 2005. Spawning of captive Senegal sole (*Solea senegalensis*) under a naturally fluctuating temperature regime. *Aquaculture* 243: 133-145.
- Aragao, C. 1999. The effect of feeding rotifers at first feeding of *Solea senegalensis*. Working report. CCMAR. Universidad del Algarve. Portugal: 4 pp.
- Arijo, S., R. Rico, M. Chabrilhon, P. Díaz-Rosales, E. Martínez-Manzanares, M. C. Balebona, B. Magariños, A. E. Toranzo y M. A. Moriñigo. 2005. Effectiveness of a divalent vaccine for sole, *Solea senegalensis* (Kaup), against *Vibrio harveyi* and *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. *Journal of Fish Diseases* 28: 33-38.
- Boluda-Navarro, D., V. C. Rubio, F. J. Sánchez-Vázquez y J. A. Madrid. 2003. Capacidad del lenguado (*Solea senegalensis*) para utilizar alimentadores de autodemanda. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Resúmenes* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 374-375. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Cañavate, J. P. y C. Fernández-Díaz. 1999. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. *Aquaculture* 174: 255-263.
- Day, O. J., B. R. Howell, A. Aksnes y E. Nygard. 1999. Recent advances in the weaning of sole, *Solea solea* (L.). En: *Abstracts of contributions presented at the International Conference Aquaculture Europe 1999. EAS Special Publication* 27: 40-41.
- Dinis, M. T. 1986. *Quatre Soleidae de l'Estuaire du Tage. Reproduction et croissance. Essai d'élevage de Solea senegalensis Kaup 1858*. Tesis doctoral en Ciencias Naturales. Universidad de Bretaña Occidental. Francia.
- Dinis, M. T., L. Ribeiro, F. Soares y C. Sarasquete. 1999. A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture* 176: 27-38.
- Divanach, P. 2003. New species in Mediterranean, dream or reality. PROFET Workshop. RTD needs in Mediterranean fish farming (30-31 de mayo, 2003. Atenas, Grecia). [http://www.aquamedia.org/news/RTD/profet/gr/ppt/divanach\\_en.asp#](http://www.aquamedia.org/news/RTD/profet/gr/ppt/divanach_en.asp#)
- Drake, P., A. M. Arias y A. Rodríguez. 1984. Cultivo extensivo de peces marinos en los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz): II. Características de la producción de peces. *Inf. Tec. Inst. Invest. Pesq.* 116: 1-23.
- Engrola, S., M. Iglesias-Romero, L. Dias, L. Ribeiro, L. Conceição, M. T. Dinis y P. Pousão-Ferreira. 2004. Recent studies on the weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). En: *Book of abstracts of the 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish* (2-7 de mayo. Phuket, Tailandia).
- Fernández-Díaz, C., M. Yúfera, J. P. Cañavate, F. J. Moyano, F. J. Alarcón y M. Díaz. 2001. Growth and physiological changes during metamorphosis of Senegal sole reared in the laboratory. *J. Fish Biol.* 58: 1086-1097.
- García-García, B., E. Gómez y M. D. Hernández. 2004. Effect of temperature on metabolic rate in *Solea senegalensis*: estimate of optimum physiological temperature. En: *Aquaculture Europe 2004. Biotechnologies for quality*. S. Adams y J. A. Olafsen (eds.) 34: 362-363. EAS Special Publication.
- Gavaia, P. J., M. T. Dinis y M. L. Cancela. 2002. Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 211: 305-323.
- Howell, B. R. 1997. A re-appraisal of the potential of the sole, *Solea solea* (L.), for commercial cultivation. *Aquaculture* 155: 359-369.
- Olmedo, M., J. B. Peleteiro, R. Cal y F. Linares. 2005. Crecimiento de juveniles de lenguado (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) en Galicia. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 383-385. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.

- Padrós, F., C. Zarza, A. Estévez, S. Crespo y M. D. Furo-  
nes. 2005. Patología como factor limitante para el  
desarrollo del cultivo del lenguado. En: *IX Congreso  
Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicul-  
tura como actividad económica en las zonas costeras: Libro  
de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 343-  
345. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de  
Andalucía. Sevilla, España.
- Rodríguez, R. B. 1984. *Biología y cultivo de Solea senega-  
lensis Kaup 1858 en Golfo de Cádiz*. Tesis doctoral. Uni-  
versidad de Sevilla. Sevilla, España: 207 pp.
- Rodríguez, J. L. y B. F. Souto. 2003. Engorde del len-  
guado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) en  
Galicia con temperatura controlada. En: *IX Congreso  
Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicul-  
tura como actividad económica en las zonas costeras: Libro  
de Resúmenes* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España):  
407-409. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de  
Andalucía. Sevilla, España.
- Toranzo, A. E., R. Abendaño, C. López-Vázquez, B.  
Magariños, C. P. Dopazo, J. L. Romalde y J. L. Barja.  
2003. Principales patologías bacterianas y víricas en  
lenguado cultivado: caracterización y agentes etioló-  
gicos. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz,  
mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en  
las zonas costeras: Libro de Resúmenes* (12-16 de mayo,  
2003. Cádiz, España): 356-358. Consejería de Agricul-  
tura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- Villalta, M., A. Estévez y M. Bransden. 2005. Arachido-  
nic acid enriched live prey induces albinism in Sene-  
gal sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture* 245:  
193-209.